

МЕТОД СРАВНЕНИЯ РЕГИОНОВ РФ ПО ОЦЕНКАМ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ С УЧЕТОМ СТРУКТУРЫ ПРОИЗВОДСТВА*

© 2018 г. С.А. Айвазян^I, М.Ю. Афанасьев^{II}, А.В. Кудров^{III}

Аннотация. В работе предложен метод ранжирования регионов по оценкам технической эффективности. Предполагается, что такие оценки могут быть теоретически обоснованно сформированы с помощью модели производственного потенциала, построенной для группы регионов, обладающих свойствами однородности. При этом для регионов из разных однородных групп оценки технической эффективности несопоставимы. Вполне естественно построить общую для всех регионов модель для получения сопоставимых оценок. Однако ранги, рассчитанных по такой модели оценок технической эффективности регионов определенной группы, не обязательно соответствуют рангам оценок по групповой модели. В этом случае ранжирование всех регионов по оценкам общей модели не вполне корректно. Представленный в данной работе метод позволяет с помощью оптимизационной модели получить скорректированные оценки, минимально отличающиеся от оценок по общей модели, ранги которых соответствуют рангам оценок по групповым моделям. На основе скорректированных оценок решается основная задача – строится общий рейтинг, соответствующий рейтингам регионов каждой однородной группы.

Ключевые слова: региональная экономика, эконометрическое моделирование, стохастическая граница, оценивание технической эффективности.

Классификация JEL: C12, C51, R15.

ВВЕДЕНИЕ

В работе (Айвазян и др., 2016а) на основе авторской методологии^I построена эконометрическая модель производственного потенциала регионов РФ с переменными во времени параметрами, определяющая зависимость ВРП от объемов основных факторов производства и характеристик факторов эффективности, определяющих готовность к инновациям. На основе этой общей модели в соответствии с концепцией стохастической границы получены оценки технической эффективности производства 80 регионов РФ для периода 2009–2013 гг. Для данного периода построены также эконометрические модели производственного потенциала групп регионов, однородных по структуре промышленного производства. Эти группы сформированы авторами в работе (Айвазян и др., 2016б) на основе метода главных компонент и модифицированного метода максимального правдоподобия. Совокупность 80 регионов разделена на 5 однородных групп: группа 1 – базовая группа из 38 регионов с равномерно развитой отраслевой структурой; группа 2–11 добывающих регионов; группа 3–12 обрабатывающих регионов; группа 4–11 сельскохозяйственных регионов, группа 5–8 развивающихся регионов (перечень регионов см. в Приложении, табл. П).

Построены модели производственного потенциала для регионов каждой группы. По этим групповым моделям получены оценки технической эффективности регионов, входящих в соответствующую группу (табл. П, столбец 7). Регионы каждой группы упорядочены по убыванию оценок технической эффективности, полученных по групповой модели. Поэтому ранг оценки по групповой модели совпадает с номером региона в группе (табл. П, столбец 2). Для регионов каждой группы s , $s = 1, \dots, 5$, естественно использовать свою модель M_s производственного

* Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект 17-18-01080).

^I Сергей Арутюнович Айвазян – д.ф.-м.н., профессор, заместитель директора ЦЭМИ РАН, Москва; aivazian@cemi.rssi.ru.

^{II} Михаил Юрьевич Афанасьев – д.э.н., профессор, зав. лабораторией ЦЭМИ РАН, Москва; miafan@cemi.rssi.ru.

^{III} Александр Владимирович Кудров – к.ф.м.н., с.н.с. ЦЭМИ РАН, Москва; kovlal@inbox.ru.

^I Методология моделирования производственного потенциала представлена в (Айвазян, Афанасьев, 2014).

потенциала. Регионы имеют однородную структуру ВРП, поэтому групповая модель позволяет рассчитать оценки технической эффективности, сопоставимые для регионов группы. Оценки технической эффективности регионов из разных групп, сформированные с использованием моделей вида M_s , несопоставимы. Поэтому сравнение регионов на основе оценок технической эффективности из моделей M_s некорректно. Естественной представляется возможность сравнивать регионы из разных однородных групп на основе оценок технической эффективности, построенных по общей для всей совокупности регионов модели M_0 . Такие оценки сопоставимы и могут быть использованы для сравнения регионов. Однако ранги оценок технической эффективности регионов определенной группы по модели M_0 не обязательно соответствуют рангам оценок по групповой модели. В этом случае ранжирование всех регионов по оценкам общей модели необоснованно. В табл. 1 приведены значения коэффициента ранговой корреляции Спирмена для оценок технической эффективности регионов каждой группы по общей модели (табл. П, столбец 4) и по групповой модели (табл. П, столбец 7).

Таблица 1. Результаты сравнения оценок по общей и групповым моделям

Характеристики однородных групп	Группа 1 “базовая”	Группа 2 “добыва-ющие”	Группа 3 “обрабаты- вающие”	Группа 4 “сельскохо- зяйственные”	Группа 5 “развива- ющиеся”
Число регионов	38	11	12	11	8
Коэффициент Спирмена	0,9459	0,7182	0,3566	0,6636	0,7857

Для регионов группы 1 соответствие рангов оценок высокое. Для других групп это соответствие слабее, а для группы 3 — достаточно слабое. Рейтинг регионов каждой группы по оценкам общей модели M_0 (табл. П, столбец 5) не соответствует рейтингу, построенному по оценкам групповой модели M_s (табл. П, столбец 2). Возникает задача: построить общий рейтинг регионов по оценкам технической эффективности, соответствующий рейтингам регионов каждой однородной группы. Для решения этой задачи предлагается эвристический метод корректировки оценок технической эффективности по общей модели M_0 , описанный в следующем разделе. Метод позволяет с помощью оптимизационной модели найти скорректированные оценки, минимально отличающиеся от оценок, полученных по общей модели, ранги которых соответствуют рангам оценок по групповым моделям. На основе скорректированных оценок строится общий рейтинг, соответствующий рейтингам регионов каждой однородной группы.

МЕТОД КОРРЕКТИРОВКИ ОЦЕНОК ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Предполагается, что совокупность регионов разделена на однородные группы s , $s = 1, \dots, n$, для каждой из которых может быть построена модель M_s производственного потенциала, позволяющая рассчитать оценки технической эффективности регионов этой группы. Однако оценки эффективности по групповым моделям несопоставимы. Сопоставимыми являются оценки эффективности по модели производственного потенциала M_0 , общей для всей совокупности регионов. Предлагаемый далее метод позволяет с использованием оптимизационной модели скорректировать эти сопоставимые оценки так, чтобы построенный по ним рейтинг регионов каждой группы совпадал с рейтингом регионов, построенным по групповой модели.

Для этого сначала проводится сравнение регионов n групп. Регионы каждой группы s , $s = 1, \dots, n$, ($n \geq 2$), имеют номера i_s , $i_s = 1, \dots, m_s$. Скорректированные сопоставимые оценки технической эффективности $x_{i_s}^s$, $i_s = 1, \dots, m_s$, $s = 1, \dots, n$, могут быть найдены в результате решения задачи максимизации коэффициента ранговой корреляции Спирмена искомым оценок технической эффективности $x_{i_s}^s$, $i_s = 1, \dots, m_s$, $s = 1, \dots, n$, и оценок технической эффективности $\{(TE_{i_s}^s)_{M_0}\}_{i_s=1, s=1}^{m_s, n}$

по общей модели M_0 при условиях, что для каждой группы s , $s = 1, \dots, n$, коэффициент ранговой корреляции Спирмена искомым оценкам технической эффективности $x_{i_s}^s$, $i_s = 1, \dots, m_s$, и оценок технической эффективности $\{(TE_{i_s}^s)_{M_s}\}_{i_s=1}^{m_s}$ по групповой модели M_s равен единице. Соответствующая оптимизационная модель имеет вид:

$$spcor(\{x_{i_s}^s\}_{i_s=1}^{m_s}, \{(TE_{i_s}^s)_{M_0}\}_{i_s=1}^{m_s}) \rightarrow \max, \quad (1)$$

$$spcor(\{x_{i_s}^s\}_{i_s=1}^{m_s}, \{(TE_{i_s}^s)_{M_s}\}_{i_s=1}^{m_s}) = 1, \quad s = 1, \dots, n, \quad (2)$$

где $spcor(\psi, \zeta)$ — значение коэффициента ранговой корреляции Спирмена для рядов ψ и ζ сопоставимых количественных показателей.

Ограничения модели обеспечивают совпадение рангов оценок технической эффективности искомым скорректированным оценкам с рангами оценок технической эффективности по групповым моделям M_s . Целевая функция позволяет привести ранги скорректированных оценок в максимальное соответствие с рангами оценок технической эффективности по общей модели M_0 . Несмотря на простую форму и компактность (число ограничений равно числу групп) модели (1)–(2), использование неизвестных величин в качестве аргументов коэффициента ранговой корреляции Спирмена может приводить к вычислительным трудностям. Далее представлен подход, позволяющий преобразовать модель (1)–(2) к модели оптимизации квадратичной целевой функции с линейными ограничениями.

Описание подхода

1. Для каждой группы s строится модель M_s производственного потенциала m_s регионов этой группы. Проводится оценка параметров модели M_s .

2. Для каждого региона i_s , $i_s = 1, \dots, m_s$, группы s рассчитывается оценка технической эффективности $(TE_{i_s}^s)_{M_s}$.

3. Оценки $(TE_{i_s}^s)_{M_s}$ упорядочиваются по убыванию в множестве $\{(TE_{i_s}^s)_{M_s}\}_{i_s=1}^{m_s}$. Определяется ранг $(R_{i_s}^s)_{M_s}$ оценки $(TE_{i_s}^s)_{M_s}$, $1 \leq (R_{i_s}^s)_{M_s} \leq m_s$.

4. Для каждого ранга r_s , $1 \leq r_s \leq m_s$, фиксируется индекс $i_s(r_s)$ региона, имеющего ранг r_s оценки $(TE_{i_s}^s)_{M_s}$ ².

5. Строится общая всех m , $m = \sum_{s=1}^n m_s$, регионов модель производственного потенциала M_0 . Проводится оценка параметров модели M_0 .

6. Для каждого региона i_s , $i_s = 1, \dots, m_s$, $s = 1, \dots, n$, рассчитывается оценка $(TE_{i_s}^s)_{M_0}$ технической эффективности по общей модели M_0 .

7. Оценки $(TE_{i_s}^s)_{M_0}$ упорядочиваются по убыванию в множестве всех оценок $\{(TE_{i_s}^s)_{M_0}\}_{i_s=1, s=1}^{m_s, n}$. Определяется ранг $(R_{i_s}^{0s})_{M_0}$ оценки $(TE_{i_s}^s)_{M_0}$, $1 \leq (R_{i_s}^{0s})_{M_0} \leq m$.

8. Для каждого s , $s = 1, \dots, n$, оценки $(TE_{i_s}^s)_{M_0}$ упорядочиваются по убыванию в множестве $\{(TE_{i_s}^s)_{M_0}\}_{i_s=1}^{m_s}$. Определяется ранг $(R_{i_s}^s)_{M_0}$ оценки $(TE_{i_s}^s)_{M_0}$, $1 \leq (R_{i_s}^s)_{M_0} \leq m_s$.

9. Искомые сопоставимые оценки технической эффективности $(x_{i_s}^s)_{M_x}$, $i_s = 1, \dots, m_s$, $s = 1, \dots, n$, могут быть получены с помощью оптимизационной модели M_x .

² Если регионы каждой группы упорядочены по убыванию оценок $(TE_{i_s}^s)_{M_s}$, как это сделано в табл. П приложения, то имеют место равенства $(R_{i_s}^s)_{M_s} = r_s = i_s$.

Таблица 2. Корреляционная матрица Спирмена для рангов оценок технической эффективности

	$(R_{i_s}^s)_{M_x, eps} = 0$	$(R_{i_s}^s)_{M_x, eps} = 10^{-6}$	$(R_{i_s}^s)_{M_x, eps} = 10^{-5}$	$(R_{i_s}^s)_{M_x, eps} = 10^{-4}$	$(R_{i_s}^s)_{M_x, eps} = 10^{-3}$	$(R_{i_s}^s)_{M_x, eps} = 0,01$	$(R_{i_s}^s)_{M_x, eps} = 0,1$	$(R_{i_s}^{0s})_{M_0}$
$(R_{i_s}^s)_{M_x, eps} = 0$	1	0,999302	0,999302	0,999302	0,999068	0,992552	0,862017	0,922640
$(R_{i_s}^s)_{M_x, eps} = 10^{-6}$	0,999302	1	1	1	0,999859	0,994978	0,867135	0,912942
$(R_{i_s}^s)_{M_x, eps} = 10^{-5}$	0,999302	1	1	1	0,999859	0,994978	0,867135	0,912942
$(R_{i_s}^s)_{M_x, eps} = 10^{-4}$	0,999302	1	1	1	0,999859	0,994978	0,867135	0,912942
$(R_{i_s}^s)_{M_x, eps} = 10^{-3}$	0,999068	0,999859	0,999859	0,999859	1,000000	0,995306	0,866174	0,911840
$(R_{i_s}^s)_{M_x, eps} = 0,01$	0,992552	0,994978	0,994978	0,994978	0,995306	1	0,891508	0,896913
$(R_{i_s}^s)_{M_x, eps} = 0,1$	0,862017	0,867135	0,867135	0,867135	0,866174	0,891508	1	0,753406
$(R_{i_s}^{0s})_{M_0}$	0,922640	0,912942	0,912942	0,912942	0,911840	0,896913	0,753406	1

Модель M_x :

– целевая функция³ – $\sum_{s=1}^n \sum_{i_s=1}^{m_s} (x_{i_s}^s - (TE_{i_s}^s)_{M_0})^2 \rightarrow \min$,

– ограничения – $x_{i_s(r_s)}^s \geq x_{i_s(r_s+1)}^s + eps$, $r = 1, \dots, m_s - 1$, $s = 1, \dots, n$.

10. Находится решение $\{(x_{i_s}^s)_{M_x}\}_{i_s=1, s=1}^{m_s, n}$ модели M_x .

11. Оценки $(x_{i_s}^s)_{M_x}$ упорядочиваются по убыванию в множестве всех оценок $\{(x_{i_s}^s)_{M_x}\}_{i_s=1, s=1}^{m_s, n}$.

Для каждого региона i_s , $i_s = 1, \dots, m_s$, $s = 1, \dots, n$, рассчитывается ранг $(R_{i_s}^{0s})_{M_x}$, $1 \leq (R_{i_s}^{0s})_{M_x} \leq m$ оценки $(x_{i_s}^s)_{M_x}$.

12. Ранги $(R_{i_s}^{0s})_{M_x}$, $1 \leq (R_{i_s}^{0s})_{M_x} \leq m$, используются для сравнения регионов из разных групп.

Свойство скорректированных оценок технической эффективности

При любом положительном eps из условий $x_{i_s(r_s)}^s \geq x_{i_s(r_s+1)}^s + eps$, $r_s = 1, \dots, m_s$, следует $(R_{i_s}^s)_{M_x} = (R_{i_s}^s)_{M_s}$. То есть ранг $(R_{i_s}^s)_{M_x}$ оценки $(x_{i_s}^s)_{M_x}$ равен рангу $(R_{i_s}^s)_{M_s}$ оценки $(TE_{i_s}^s)_{M_s}$. Оценки $(x_{i_s}^s)_{M_x}$ так же упорядочены в множестве оценок регионов одной группы, как оценки $(TE_{i_s}^s)_{M_s}$ по модели M_s . Таким образом, при $eps > 0$ из условий $x_{i_s(r_s)}^s \geq x_{i_s(r_s+1)}^s + eps$, $r_s = 1, \dots, m_s$, следует $spcor(\{(x_{i_s}^s)_{M_x}\}_{i_s}, \{(TE_{i_s}^s)_{M_s}\}_{i_s}) = 1$.

Если $eps = 0$, некоторые оценки $(x_{i_s}^s)_{M_x}$ могут совпадать. В этом случае при выполнении всех ограничений модели M_x не обязательно выполняется равенство $spcor(\{(x_{i_s}^s)_{M_x}\}_{i_s}, \{(TE_{i_s}^s)_{M_s}\}_{i_s}) = 1$. Поэтому в модели M_x должно выполняться условие $eps > 0$. Однако с ростом eps значение $spcor(\{(x_{i_s}^s)_{M_x}\}_{i_s}, \{(TE_{i_s}^{0s})_{M_s}\}_{i_s}^s)$ целевой функции (1) не возрастает.

Как показано в последней строке табл. 2, коэффициент Спирмена для рангов оценок по модели M_0 и оценок по модели M_x убывает от величины 0,912942 при $eps = 10^{-6}$ до величины 0,753406 при $eps = 0,1$. Ранги оценок при $eps = 10^{-6}$ приведены в столбце 8 табл. П Приложения. При любом значении eps из интервала $(0, 10^{-4})$ значения коэффициента Спирмена совпадают и отличаются от максимального значения 0,922640 для $eps = 0$ менее чем на 1%. Таким образом, полагая eps достаточно малой положительной величиной, можно рассчитать ранги оценок по модели M_x , для которых коэффициент Спирмена с оценками по модели M_0 близок к максимальному для данного примера значению 0,922640, достижимому при $eps = 0$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе предложен метод, который позволяет с помощью оптимизационной модели рассчитать скорректированные оценки технической эффективности, максимально согласованные с оценками по общей модели, ранги которых соответствуют рангам оценок по групповым

³ Использование суммы квадратов отклонений в качестве критерия модели M_x позволяет согласовать ранги скорректированных оценок и оценок, полученных по общей модели M_0 . Значение $\sum_{i=1}^w (\psi_i - \zeta_{j_i})^2$ минимально, если для любого i ранги значений ψ_i из множества $\{\psi_i\}_{i=1}^w$ и ζ_{j_i} из множества $\{\zeta_i\}_{i=1}^w$ равны. Следует отметить, что $spcor(\psi, \zeta) = spcor(F(\psi), G(\zeta))$, где F , G – функции распределений случайных величин ψ и ζ соответственно. Таким образом, максимизация коэффициента Спирмена в задаче (1) для номинальных значений ψ и ζ эквивалентна максимизации коэффициента Спирмена для их рангов $F(\psi)$ и $G(\zeta)$. Если распределение случайного вектора (ψ, ζ) характеризуется гауссовским типом зависимости, то $spcor(\psi, \zeta) = g(cor(\psi, \zeta))$, где g – монотонная функция (Айвазян, Фантаццини, 2014).

моделям. На основе скорректированных оценок строится общий рейтинг, соответствующий рейтингам регионов каждой однородной группы. Описанный подход может быть использован в широком классе задач оценки технической эффективности и построения рейтингов экономических объектов, функционирующих в различных институциональных условиях. На его основе можно ранжировать объекты, принадлежащие к разным группам общности в том случае, когда теоретически обоснованное их сравнение можно выполнить только внутри каждой группы. Для ранжирования всей совокупности объектов используются оценки по общей для всех объектов модели. Поэтому в прикладном отношении качество такого рейтинга определяется обоснованностью общей модели M_0 . Такая модель не обязательно должна иметь строгое теоретическое обоснование. Однако она не должна противоречить общему принципу сравнения регионов каждой группы. В более общей постановке можно считать, что $\{(TE_{i_s}^s)_{M_0}\}_{i_s=1, s=1}^{m_s, n}$ – век-

тор количественных характеристик, экзогенно определяющий рейтинг всех регионов. В таком случае описанный выше метод позволяет сформировать рейтинг регионов, основанный на групповых оценках технической эффективности, максимально согласованный с рейтингом, заданным экзогенно.

Следует отметить, что модель M_x может быть представлена в виде совокупности n независимых моделей M_x^s , каждая из которых построена для регионов однородной группы s : $\sum_{i_s=1}^{m_s} (x_{i_s}^s - (TE_{i_s}^s)_{M_0})^2 \rightarrow \min$ при ограничениях $x_{i_s}^s(r_s) \geq x_{i_s}^s(r_{s+1}) + eps$, $r = 1, \dots, m_s - 1$. Такая декомпозиция может быть полезной в случаях возникновения вычислительных трудностей при расчетах по общей модели M_x . Она также удобна для автоматизированного формирования матрицы ограничений. Однако общая модель M_x предоставляет некоторые возможности, не доступные при декомпозиции. Например, в систему ограничений можно дополнительно внести условия, упорядочивающие ранги некоторых регионов из разных групп.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица П. Оценки технической эффективности и их ранги для регионов РФ по данным 2013 г.

s	i_s	Регион РФ	$(TE_{i_s}^s)_{M_0}$	$(R_{i_s}^{0s})_{M_0}$	$(R_{i_s}^s)_{M_0}$	$(TE_{i_s}^s)_{M_s}$	$(R_{i_s}^{0s})_{M_x}$
1	1	г. Москва	1	1	1	0,986	1
1	2	г. Санкт-Петербург	0,971	3	2	0,965	2
1	3	Белгородская область	0,811	7	4	0,949	5
1	4	Красноярский край	0,854	5	3	0,925	6
1	5	Камчатский край	0,655	24	9	0,866	11
1	6	Новосибирская область	0,794	10	6	0,811	12
1	7	Московская область	0,798	9	5	0,795	13
1	8	Калининградская область	0,657	22	8	0,781	22
1	9	Республика Хакасия	0,594	40	16	0,78	23
1	10	Самарская область	0,698	18	7	0,746	24
1	11	Магаданская область	0,641	30	10	0,739	28
1	12	Ленинградская область	0,555	49	22	0,706	35
1	13	Рязанская область	0,594	41	15	0,705	36
1	14	Иркутская область	0,627	32	11	0,702	37
1	15	Кабардино-Балкарская Республика	0,604	35	13	0,701	38
1	16	Республика Карелия	0,543	51	24	0,689	39
1	17	Курская область	0,597	38	14	0,686	40
1	18	Орловская область	0,588	42	17	0,686	41
1	19	Пермский край	0,615	34	12	0,681	42
1	20	Костромская область	0,545	50	23	0,678	51

Таблица П. (продолжение)

s	i_s	Регион РФ	$(TE_{i_s}^s)_{M_0}$	$(R_{i_s}^{0s})_{M_0}$	$(R_{i_s}^s)_{M_0}$	$(TE_{i_s}^s)_{M_s}$	$(R_{i_s}^{0s})_{M_x}$
1	21	Хабаровский край	0,567	45	18	0,664	52
1	22	Ульяновская область	0,563	46	19	0,635	53
1	23	Астраханская область	0,504	61	27	0,63	54
1	24	Брянская область	0,556	48	21	0,629	55
1	25	Республика Марий Эл	0,507	60	26	0,619	57
1	26	Карачаево-Черкесская Республика	0,484	63	29	0,618	58
1	27	Волгоградская область	0,561	47	20	0,6	59
1	28	Смоленская область	0,503	62	28	0,596	60
1	29	Саратовская область	0,525	55	25	0,561	61
1	30	Республика Мордовия	0,466	67	31	0,561	67
1	31	Забайкальский край	0,451	71	33	0,551	69
1	32	Мурманская область	0,412	75	36	0,546	70
1	33	Чувашская Республика	0,471	66	30	0,544	71
1	34	Тверская область	0,454	70	32	0,543	72
1	35	Амурская область	0,412	76	37	0,516	75
1	36	Кировская область	0,444	72	34	0,503	76
1	37	Ивановская область	0,425	73	35	0,49	77
1	38	Приморский край	0,403	77	38	0,477	78
2	1	Республика Татарстан	0,781	12	3	0,929	3
2	2	Сахалинская область	0,988	2	1	0,913	4
2	3	Оренбургская область	0,667	21	7	0,81	14
2	4	Республика Саха (Якутия)	0,764	13	4	0,793	15
2	5	Тюменская область	0,788	11	2	0,791	16
2	6	Удмуртская Республика	0,65	26	8	0,779	20
2	7	Томская область	0,673	20	6	0,718	21
2	8	Архангельская область	0,631	31	9	0,677	29
2	9	Кемеровская область	0,53	54	10	0,652	33
2	10	Чукотский автономный округ	0,716	15	5	0,605	34
2	11	Республика Коми	0,519	57	11	0,506	56
3	1	Новгородская область	0,623	33	7	0,957	8
3	2	Республика Башкортостан	0,875	4	1	0,95	9
3	3	Омская область	0,809	8	2	0,901	10
3	4	Липецкая область	0,537	52	10	0,867	30
3	5	Калужская область	0,646	29	6	0,839	31
3	6	Свердловская область	0,688	19	3	0,837	32
3	7	Вологодская область	0,456	68	12	0,78	43
3	8	Владимирская область	0,657	23	4	0,758	44
3	9	Тульская область	0,598	37	9	0,754	45
3	10	Ярославская область	0,511	58	11	0,751	46
3	11	Челябинская область	0,603	36	8	0,7	47
3	12	Нижегородская область	0,647	27	5	0,689	48
4	1	Краснодарский край	0,702	17	2	0,977	17
4	2	Ростовская область	0,651	25	3	0,873	18
4	3	Воронежская область	0,733	14	1	0,82	19

Таблица П. (окончание)

s	i_s	Регион РФ	$(TE_{i_s}^s)_{M_0}$	$(R_{i_s}^{0s})_{M_0}$	$(R_{i_s}^s)_{M_0}$	$(TE_{i_s}^s)_{M_s}$	$(R_{i_s}^{0s})_{M_x}$
4	4	Ставропольский край	0,52	56	7	0,799	49
4	5	Алтайский край	0,597	39	4	0,78	50
4	6	Республика Бурятия	0,474	64	9	0,779	62
4	7	Курганская область	0,4	78	11	0,773	63
4	8	Пензенская область	0,51	59	8	0,769	64
4	9	Республика Адыгея	0,579	44	5	0,753	65
4	10	Тамбовская область	0,534	53	6	0,749	66
4	11	Псковская область	0,456	69	10	0,739	68
5	1	Республика Ингушетия	0,812	6	1	1	7
5	2	Республика Дагестан	0,582	43	4	0,954	25
5	3	Республика Северная Осетия — Алания	0,647	28	3	0,814	26
5	4	Республика Тыва	0,704	16	2	0,78	27
5	5	Чеченская Республика	0,393	79	7	0,622	73
5	6	Республика Алтай	0,474	65	5	0,598	74
5	7	Еврейская автономная область	0,355	80	8	0,593	79
5	8	Республика Калмыкия	0,423	74	6	0,582	80

Примечание. $(TE_{i_s}^s)_{M_0}$ — оценки технической эффективности для 2013 г. по общей модели производственного потенциала; $(R_{i_s}^{0s})_{M_0}$ — ранги этих оценок для всей совокупности регионов; $(R_{i_s}^s)_{M_0}$ — ранги этих оценок для регионов группы;

$(TE_{i_s}^s)_{M_s}$ — оценки технической эффективности по групповым моделям; $(R_{i_s}^{0s})_{M_x}$ — ранги скорректированных оценок, рассчитанных по оптимизационной модели.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Айвазян С.А., Афанасьев М.Ю. (2014). Моделирование производственного потенциала на основе концепции стохастической границы: методология, результаты эмпирического анализа. М.: КРАСАНД.
- Айвазян С.А., Афанасьев М.Ю., Кудров А.В. (2016а). Модели производственного потенциала и оценки технологической эффективности регионов РФ с учетом структуры производства // *Экономика и математические методы*. Т. 52. № 1. С. 28–44.
- Айвазян С.А., Афанасьев М.Ю., Кудров А.В. (2016б). Метод кластеризации регионов РФ с учетом отраслевой структуры ВРП // *Прикладная эконометрика*. Т. 41. С. 24–46.
- Айвазян С.А., Фантаццини Д. (2014). Эконометрика-2: продвинутый курс с приложениями в финансах. М.: Инфра-М.

Поступила в редакцию
03.05.2017 г.

REFERENCES (with English translation or transliteration)

- Aivazian S.A., Afanasiev M.Yu. (2014). Development of Production Capacity on the Basis of the Stochastic Frontier Concept: Methodology and Results of Empirical Analysis. Moscow: KRASAND (in Russian).
- Aivazian S.A., Afanasiev M.Yu., Kudrov A.V. (2016a). Models of Productive Capacity and Technological Efficiency Evaluations of Regions of the Russian Federation Concerning the Output Structure. *Economics and Mathematical Methods*, 52, 1, 28–44 (in Russian).
- Aivazian S.A., Afanasiev M.Yu., Kudrov A.V. (2016b). Clusterization of Russian Regions Based on the Industry Production Structure. *Applied Econometrics*, 41, 24–46 (in Russian).
- Aivazian S.A., Fantaccini D. (2014): Econometrics-2. Moscow: Infra-M (in Russian).

Received 03.05.2017

THE METHOD OF COMPARING THE REGIONS USING THE TECHNICAL EFFICIENCY ESTIMATES WITH ACCOUNT OF PRODUCTION STRUCTURE*

S.A. Aivazian^I, M.Yu. Afanasiev^{II}, A.V. Kudrov^{III}

Abstract. The author propose the method of ranking the regions' economy using the technical efficiency estimates. It is assumed that such estimates can be theoretically justified using the production capacity model constructed for a group of regions with homogeneity properties. At the same time, technical efficiency evaluations are not comparable for the regions from different homogeneous groups. It is quite natural to build a common model for all the regions to obtain comparable estimates. However, the ranks of the estimates of technical efficiency for the regions of a certain group obtained from such a model do not necessarily correspond to the ranks of estimates obtained from the group model. In this case, the ranking of all the regions by estimates of the general model is not entirely correct. The method presented in this paper makes it possible, with the usage of the optimization model, to obtain corrected estimates that are minimally different from those obtained from the general model, whose ranks correspond to the ranks of the estimates obtained from group models. Based on the adjusted estimates, the main problem is solved – general rating is constructed, corresponding to the ratings of the regions of each homogeneous group.

Keywords: regional economy, econometric modeling, stochastic frontier, technical efficiency estimation.

JEL Classification: C12, C51, R15.

*The work was supported by the Russian Science Foundation (project 17–18–01080).

^I **Sergei A. Aivazian** – Deputy Director, Central Economics and Mathematics Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; aivazian@cemi.rssi.ru.

^{II} **Mikhail Yu. Afanasiev** – Head of Laboratory, Central Economics and Mathematics Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; miafan@cemi.rssi.ru.

^{III} **Aleksander V. Kudrov** – Senior Research Fellow, Central Economics and Mathematics Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; kovlal@inbox.ru.